

研究結果の概要（全研究期間分）

研究課題名：高気圧作業に伴う船上(水上) 減圧等に係る調査研究

(170602-1)

研究代表者：池田知純 東京慈恵会医科大学環境保健医学講座 客員准教授

#### 【研究の目的】

本研究は、船上減圧法に係わる諸外国における規制の状況及び安全に実施するための技術的要件について文献等の調査を実施し、高気圧作業安全衛生規則（高圧則）への適用を検討するために必要な知見を得ることを目的とする。

#### 【研究の方法】

船上減圧法は、潜水者が浮上する際に減圧を省略して浮上し、船上減圧室で減圧を再開するというものである。これは、減圧のために潜水者を長時間水中に拘束する必要がなく、潜水設備の運用効率も向上するという利点を有するが、減圧を中断して浮上することから、減圧症の発症リスクが懸念される。我が国では緊急の場合を除き、船上減圧法の利用は禁じられており、安全な運用基準に関する知見がない。そこで、これらに関する情報を得るために、海底資源開発で大深度潜水作業を多く実施している欧米6カ国（米国、カナダ、英国、ドイツ、フランス、ノルウェー）の潜水関連規則を調査し、船上減圧法の運用基準に関する情報を収集した。また、これら基準制定の背景を知るために、船上減圧法の運用実績や運用基準制定の経緯等について調査を実施した。これらに加え、船上減圧法に関する新しい知見や運用の現状を知るために、国内外の関連学会や国際会議に参加し、業界関係者からの情報収集に努めた。さらに、国内の潜水事業者と面談し、潜水作業の現状や船上減圧法導入に際して必要な条件等について意見を聴取した。

#### 【研究の結果】

調査の結果、船上減圧法の使用を禁じている国はなかったが、2ヶ国ではその使用を緊急浮上時に限っており、また2カ国が使用に一定の制限を設けていた。船上減圧法の要となる水面インターバルや水面浮上深度、減圧室での再加圧深度等の運用管理基準についても各国で差異が認められた。これらの背景を調査したところ、船上減圧法に関する疫学調査結果によるものであることが分かった。すなわち、船上減圧法による減圧症発症率は通常の空気潜水とほぼ同じか僅かに高い程度であったが、重篤なⅡ型減圧症の割合は船上減圧法で高かった。減圧表の策定に関しては、船上減圧法では、従来用いられてきた減圧モデルは利用できず、経験や実績に基づいた修正が多く取り入れられていた。これらの点は、我が国へ船上減圧法を導入する際には、十分な検討が必要と思われた。

船上減圧法に関する設備機材に関する調査は、不可欠な設備である船上減圧室を中心に実施した。船上減圧室は、いずれの国の規則においても二室構造の多人数用の減圧チャンバーで、6ATAまでの加圧能力を有することが求められていた。船上減圧室での再加圧深度は比較的低い（2.2-2.5ATA）ものの、万一の場合には救急再圧室として対応できることで安全確保が図られていた。我が国の潜水作業現場では一人用再圧室（ワンマンチャンバー）多く利用されているが、調査した各国において一人用再圧室の利用を認めているものはなかった。また、状況によっては、ダイバー揚収装置や潜水ステージ、潜水ベルの利用が必要とされていた。これら設備機材の基準やその運用、並びに操作員の訓練や認定などについても今後検討が必要である。

船上減圧法に関する国内の潜水事業者3社との面談調査では、いずれも船上減圧法導入を希望しているものの、従来の水中減圧法とは大きく異なることから、導入に際しては一定のガイドラインが必要であり、資格制度や教育訓練についても企業が独自に行うことは困難であるとの声があった。また、船上減圧法のリスク顕在化を防ぐために、当面は厳密な運用基準を設けるべきとの意見があったが、企業の自主努力を評価すべきとするものもあった。

#### 【考 察】

調査の結果から、船上減圧法には様々な利点がある反面、リスクも潜在していることが明らかとなった。また、その基準や規制に関しても国によって異なる実態が知られた。これらのことから、我が国への船上減圧法の導入に際しては、今後様々な観点から検討する必要がある。具体的には以下のような点があげられる。

1) 船上減圧法の位置付け：船上減圧法には減圧症リスクが潜在しており、特にⅡ型減圧症が懸念される。常用とするためには、その対策を併せて立案する必要がある。2) 船上減圧法の運用基準：使用する減圧表をどうするのかは検討が必要である。米海軍減圧表は以前より評価が高いが、民間利用ではリスクが大きいとして修正が加えられている。どのような減圧表を用いるかと同時にその評価方法についても検討が必要である。3) 設備器材に関する基準：船上減圧法はシステム潜水の一種と考えられることから、潜水者の装備する機材から船上減圧室や潜水者の揚収装置等までシステム全体を通じた設備機材の検討が必要である。4) その他の検討事項：船上減圧法では、潜水者を主体とした従来の潜水方法とは異なり、支援員を含めたチームとしての機能が求められる。特に船上減圧室の操作管理は潜水者の安全に直結するものであることから、教育訓練や資格制度等について検討が必要である。

#### 【研究の成果】

今回の調査研究により、船上減圧法に関して多くの知見を収集することができた。これらを取りまとめた報告書は、船上減圧法を安全に実施するための基準を検討する際に必要な基礎的資料として活用が期待できる。